

B-013

音階を用いたグラフ形状の表現システム A system for representation of graphs by musical scale

浅野 真介[†] 橘 賢二[‡] 岩田 一[§] 白銀 純子[¶] 深澤 良彰^{||}

Shinsuke Asano Kenji Tachibana Hajime Iwata Junko Shirogane Yoshiaki Fukazawa

1. はじめに

最近、インターネットから Web ブラウザを利用する機会が増えてきている。しかし、大半の Web ページでは、主に目で情報を得るようなコンテンツが多く使われているため、視覚障害のあるユーザにとっては情報の取得が困難である。

今日では、Web ページにある文字を読み上げる音声読み上げソフトウェアが開発されたため、視覚障害のあるユーザでも、Web ページの情報を得ることができるようになった。また、音声読み上げソフトウェアだけでなく、Audio Abacus [1] というシステムでは、音階を用いて、ある数値データを左から1桁ずつ表現することができる。例えば、“145”を表現する場合は、左から“1”、“4”、“5”の順に、それぞれの数に対応した音階が出力される。音階表現をすることによって、大量の数値データの大きさを感覚的に理解することができるシステムである。このように、音を利用して数値を表現するような研究もいくつかなされている。

しかし、これらのソフトウェアがあるにもかかわらず、グラフや画像のような文字以外の内容については、表現する手段が少ない。特にグラフについては、データの値だけでなく、上昇傾向や下降傾向などの形状についても理解できることが重要である。そこで本研究では、アクセシビリティ (accessibility) [2] の向上のために、グラフのデータを利用して、音階でグラフの形状を表現するシステムを提案する。

2. 音階によるグラフの読み上げ

一般に、数値のデータはグラフで表されることが多い。グラフでは、数値の値そのものを把握するよりも、数値の上昇や下降などの推移傾向を把握することが重要である。また、視覚障害を持つ人に対しても、そのグラフの推移傾向を伝えられなければならない。ここで、音階を用いてグラフの形状を表現することで、そのような人たちにもグラフの推移傾向を伝えることができる。

音階でグラフの形状を表すときに、全く同じデータであっても、グラフの表し方は、音の割り当て方によって、グラフ注目方式とデータ注目方式の2通りが考えられる。

グラフ注目方式

対象となるデータが取りうる最大値・最小値 (グラフで表示したときの縦軸での最大値・最小値) に、最も高い音・低い音を割り当てる。グラフ全体に目を向けながら、音を割り当てているので、この方法をグラフ注目方式と呼ぶこととする。

データ注目方式

対象となるデータの最大値・最小値に、最も高い音・低い音を割り当てる。グラフのデータのみ目を向けながら音を割り当てているので、この方法をデータ注目方式と呼ぶこととする。

グラフ注目方式では、音で聞いたグラフの形状が、実際のグラフの形状に最も近い。しかし、お互いに差の小さいデータ同士は、すべて同じ音が出力されることがあるため、小さなデータの変化を把握することができない。データ注目方式では、グラフ注目方式と比較して、小さなデータの変化を音階で容易に捉えることができる。しかし、変化の小さいグラフを音階で聞くと、小さなデータの変化によって、音階が大きく変化するので、変化の大きいグラフのように聞こえてしまうことがある。グラフの表し方の決定については、グラフの提供者または利用者に委ねられる。

本研究では、音に関する情報は、MIDI (Musical Instrument Digital Interface) を使用する。MIDI 値 (音高を表す値) は、0~127 の範囲の整数値で表される。しかし、普通の人間が実際に聞き分けられる音階の範囲は、MIDI 値 36~96 程度であるため、対象となるデータの範囲もそのような音階範囲に包括される必要がある。このデータをそれぞれ MIDI 値に変換して、その値から音を出力する。

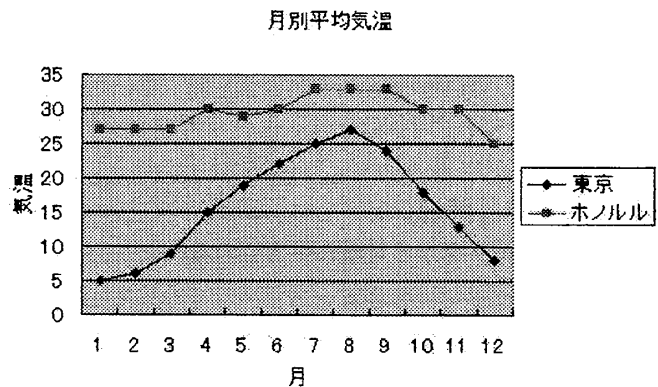


図 1: サンプルグラフ (月別平均気温)

例として、図 1 のようなサンプルグラフを音階で表現することとする。図 1 は、1 月から 12 月までの月別平均気温 (東京とホノルル) の推移を折れ線グラフで表している。このグラフのデータを MIDI 値に変換して、それに対応した音を出力すると、図 2 や図 3 の楽譜のようになる。MIDI 値への変換法については、3.2 節で述べる。

図 2 は、グラフ注目方式を用いて音階表現を行った楽譜である。これを見ると、音階の変化が実際のグラフの

[†]早稲田大学大学院理工学研究所

[‡]サン・マイクロシステムズ株式会社

[§]早稲田大学大学院理工学研究所

[¶]東京女子大学現代文化学部

^{||}早稲田大学理工学部

形状に似ていることが分かる。また、音階の変化や音の高低によって、ホノルルと東京の気温の月ごとの移り変わりや両都市の気温の違いを理解することができる。



図 2: グラフ注目方式で音階表現した楽譜 (上段: ホノルル 下段: 東京)

一方、図 3 は、データ注目方式を用いて音階表現を行った楽譜である。これを見ると、ホノルルの気温を示した楽譜は、図 2 のものと大きく異なっている。それは、データ注目方式が気温の変化をより強調して表現することを目的としているためである。



図 3: データ注目方式で音階表現した楽譜 (上段: ホノルル 下段: 東京)

このように、図 2 や図 3 の楽譜内容を聞くことによって、図 1 にある 2 つのグラフの形状 (月別平均気温の推移) をそれぞれ把握することができる。

3. システム構成

3.1 グラフデータから音階表現までの流れ

図 4 に、本システムを用いてグラフデータから音階表現に至るまでの流れを示す。

まず、グラフを掲載している Web ページの管理者に、グラフとは別に元となるデータを CSV ファイルとして用意してもらう。次に、そのファイルデータを MIDI 値に変換する。最後に、変換されたファイルデータを音階表現を行うプログラムに入力することで、音が出力される。

3.2 MIDI 値への変換アルゴリズム

人間が実際に聞き分けられる音階の範囲は、MIDI 値 36 ~ 96 程度であるため、対象となるデータの範囲も MIDI 値 36 ~ 96 の範囲の整数値に合わせる必要がある。このことから、ある対象データ d_i から MIDI 値 $m(d_i)$ への変換を式で表すと以下ようになる。この式により、最大値が MIDI 値で 96、最小値が MIDI 値で 36 に変換される。

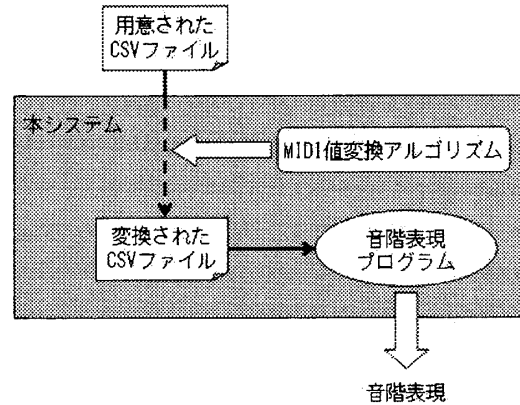


図 4: 本システムの流れ

$$m(d_i) = \frac{d_i - \min}{\max - \min} \times 60 + 36$$

\max は最大値、 \min は最小値を表している。最大値・最小値については、グラフ注目方式とデータ注目方式のいずれかになる。

グラフ注目方式の場合

対象となるデータが取りうる最大値・最小値 (グラフで表示したときの縦軸での最大値・最小値) をそれぞれ y_{\max}, y_{\min} とする。このとき、前出の式に $(\max, \min) = (y_{\max}, y_{\min})$ と d_i を代入して、 $m(d_i)$ の値を計算すると、グラフ注目方式に応じた MIDI 値を求めることができる。

データ注目方式の場合

対象となるデータの最大値・最小値をそれぞれ d_{\max}, d_{\min} とする。このとき、前出の式に $(\max, \min) = (d_{\max}, d_{\min})$ と d_i を代入して、 $m(d_i)$ の値を計算すると、データ注目方式に応じた MIDI 値を求めることができる。

4. おわりに

本研究では、音階を用いてグラフの形状を表現する手法について提案した。今後の課題としては、グラフのデータ数が膨大な場合でも、サンプリングをしてグラフ全体の形状の概要を表現できたり、グラフの一部を抽出して詳細に表現できるというように、グラフの様々な表現方法について、提案することが挙げられる。

参考文献

- [1] Bruce N. Walker, Jeffrey Lindsay, Justin Godfrey "The Audio Abacus: Representing Numerical Values with Nonspeech Sound for the Visually Impaired", Proc. of The Sixth International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (2004)
- [2] 山田肇, 榊原直樹, 庄司昌彦, 関根千佳, 中村広幸, 遊間和子 「情報アクセシビリティ やさしい情報社会へ向けて」 NTT 出版 (2005 年)